



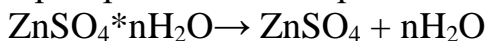
Задания, ответы и критерии оценивания

**Задача 1 (20 баллов)**

При прокаливании кристаллогидрата сульфата цинка массой 2,87 г его масса уменьшилась на 1,26 г. Запишите уравнение реакции. Рассчитайте формулу кристаллогидрата.

**Решение:**

При прокаливании происходит разложение кристаллогидрата по реакции:



$$M(\text{ZnSO}_4) = 161 \text{ г/моль}; M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

Из условия задачи следует, что масса воды составляет 1,26, а масса  $\text{ZnSO}_4$  равна  $(2,87 - 1,26 = 1,61 \text{ г})$  Тогда количество  $\text{ZnSO}_4$  составит:  $1,61/161 = 0,01$  моль, а значит молей воды  $1,26/18=0,07$  моль. Следовательно, на 1 моль  $\text{ZnSO}_4$  приходится 7 молей  $\text{H}_2\text{O}$  и формула кристаллогидрата  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

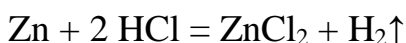
**Задача 2 (20 баллов)**

Цинк хлористый технический (хлорид цинка) применяют как осушающее средство; для огнезащиты (огнестойкая пена, пропитка картона и тканей); для антисептической пропитки древесины, шпал; в производстве фибры; при получении ванилина и цианида цинка; в производстве красителей и крашении хлопка; при очистке нефти; при цинковании и подготовке металлических изделий к хромированию; в гальванических батареях и для других целей. При пайке стальных или медных корпусов, экранов или других крупных предметов, где использование других флюсов затрудняет пайку, используют только хлористый цинк. Один из промышленных методов синтеза цинка - растворение цинка и его соединений в соляной кислоте.

Растворение образца цинка в соляной кислоте при 20 °С заканчивается через 27 минут, а при 40 °С такой же образец металла растворяется за 3 минуты. За какое время данный образец цинка растворится при 55 °С. Запишите уравнение реакции взаимодействия цинка с соляной кислотой.

**Решение:**

Процесс растворения описывается уравнением:



Поскольку во всех трех случаях растворяется одинаковая масса образца, то можно считать, что средняя скорость реакции обратно пропорциональна времени реакции. Следовательно, при нагревании от 20 °С до 40 °С скорость реакции увеличивается в

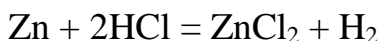
$27/3=9$  раз. Это означает, что коэффициент  $\gamma$  в уравнении Вант-Гоффа  $V_2 = V_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$ ,  $\gamma = V_2/V_1$ ,  $T_2=40$  °С  $T_1=20$  °С,  $\gamma^2=9$  следовательно  $\gamma=3$ , который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции  $V$  при увеличении температуры  $T$  на 10 °С равен 3.

Значит при нагревании до 55 °С скорость реакции увеличится в  $3^{(55-40/10)} = 5,2$  раза, а время реакции составит  $3/5,2 = 0,577$  минут или 34,6 сек.

### Задача 3 (20 баллов)

Соляной кислотой действовали на 10 г серебряно-цинкового сплава, выделили 1,12 л водорода. Определите состав сплава?

**Решение:** Серебро как благородный металл не реагирует с соляной кислотой, поэтому расчет проводится по реакции:



$$M(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль}$$

$$V_m(\text{H}_2) = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 1,12/22,4 = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 65 * 0,05 = 3,25 \text{ г}$$

Массовая доля цинка в сплаве

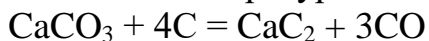
$$\omega(\text{Zn}) = m(\text{Zn})/m(\text{сплава}) * 100\% = (3,25/10) * 100\% = 32,5\%$$

Определяем массовую долю серебра в смеси  $100\% - 32,5\% = 67,5\%$

**Ответ:** сплав состоит из 32,5% цинка и 67,5 % серебра.

### Задача 4 (20 баллов)

Карбид кальция в больших масштабах используют для получения ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Сырьем для производства карбида кальция служит известняк ( $\text{CaCO}_3$ ), который при высокой температуре спекают с коксом:



Рассчитайте элементный состав известняка  $\text{CaCO}_3$  и предложите, какой природный восстановитель можно использовать вместо кокса? Напишите реакцию взаимодействия известняка с предложенным вами природным восстановителем.

**Решение:** Определяем массовые доли кальция, углерода и кислорода в данном веществе:

$$w(\text{Ca}) = M(\text{Ca})/M(\text{CaCO}_3) = 40/100 = 0,4 \text{ или } 40\%$$

$$w(\text{C}) = M(\text{C})/M(\text{CaCO}_3) = 12/100 = 0,12 \text{ или } 12\%$$

$$w(\text{O}) = 3 * M(\text{O})/M(\text{CaCO}_3) = 3 * 16/100 = 0,48 \text{ или } 48\%$$

Вместо кокса можно использовать природный газ, содержащий преимущественно метан:

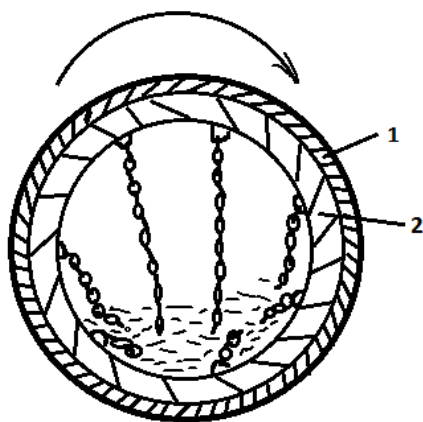


### Задача 5 (20 баллов)

Представьте, что вы находитесь на промышленном производстве цемента. Перед вами огромная трубчатая печь, в которую загрузили порошок. Труба медленно вращается. Внутри трубы подается горячий газ для нагрева порошка. Теплопроводность газа, находящегося между частицами порошка низкая, поэтому теплота плохо проникает в глубинные слои порошка. Вследствие подвода теплоты к частицам порошка является самой медленной стадией процесса обжига.

Как простым методом увеличивают теплообмен между газом и порошком во вращающейся трубчатой печи? Зарисуйте, опишите схему процесса.

**Решение:** Для увеличения теплообмена между газом и порошком, и для перемешивания порошка, внутрь трубы припаивают отрезки стальных цепей одним концом. Длина цепей несколько превышает диаметр печи. При этом, по мере вращения печи, свободные концы цепей дополнительно нагревают и перемешивают порошок.



1- металл, 2 - футеровка

Для успешного решения задач воспользуйтесь справочным материалом – таблицей Д.И. Менделеева

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
I										VII										VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
II										III										IV										V										VI										VI (H)										VIII																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
атомный номер										обозначение элемента										относительная атомная масса										s-элементы										d-элементы										f-элементы																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	1	H	1	1,01	водород	2	2	Li	3	6,94	литий	3	3	Na	11	22,99	натрий	4	4	Be	4	9,01	бериллий	5	5	B	10,81	бор	6	6	C	12,01	углерод	7	7	N	14,01	азот	8	8	O	16,00	кислород	9	9	F	19,00	фтор	10	10	Ne	20,18	неон	11	11	K	39,10	калий	12	12	Ca	40,08	кальций	13	13	Al	26,98	алюминий	14	14	Si	28,09	кремний	15	15	P	30,97	фосфор	16	16	S	32,06	сера	17	17	Cl	35,45	хлор	18	18	Ar	39,95	аргон	19	19	K	39,10	калий	20	20	Ca	40,08	кальций	21	21	Sc	44,96	скандий	22	22	Ti	47,90	титан	23	23	V	50,94	ванадий	24	24	Cr	52,00	хром	25	25	Mn	54,94	марганец	26	26	Fe	55,85	железо	27	27	Co	58,93	кобальт	28	28	Ni	58,70	никель	29	29	Cu	63,55	медь	30	30	Zn	65,38	цинк	31	31	Ga	69,72	галлий	32	32	Ge	72,59	германий	33	33	As	74,92	мышьяк	34	34	Se	78,96	селен	35	35	Br	79,90	бром	36	36	Kr	83,80	криптон	37	37	Rb	85,47	рубидий	38	38	Sr	87,62	стронций	39	39	Y	88,91	иттрий	40	40	Zr	91,22	цирконий	41	41	Nb	92,91	ниобий	42	42	Mo	95,94	молибден	43	43	Tc	98,91	технеций	44	44	Ru	101,07	рутений	45	45	Rh	102,91	родий	46	46	Pd	106,42	палладий	47	47	Ag	107,87	серебро	48	48	Cd	112,41	кадмий	49	49	In	114,82	индий	50	50	Sn	118,69	олово	51	51	Sb	121,75	сурьма	52	52	Te	127,60	теллур	53	53	I	126,90	йод	54	54	Xe	131,30	ксенон	55	55	Cs	132,91	цезий	56	56	Ba	137,33	барий	57	57	La	138,91	лантан	72	72	Hf	178,49	гафний	73	73	Ta	180,95	тантал	74	74	W	183,85	вольфрам	75	75	Re	186,21	рений	76	76	Os	190,20	осмий	77	77	Ir	192,22	иридий	78	78	Pt	195,09	платина	79	79	Au	196,97	золото	80	80	Hg	200,59	ртуть	81	81	Tl	204,37	таллий	82	82	Pb	207,20	свинец	83	83	Bi	208,98	висмут	84	84	Po	[209]	полоний	85	85	At	[210]	астат	86	86	Rn	[222]	радон	87	87	Fr	[223]	франций	88	88	Ra	226,03	радий	89	89	Ac	[227]	актиний	104	104	Rf	[261]	резерфордий	105	105	Db	[261]	дубний	106	106	Sg	[263]	сигборгий	107	107	Bh	[262]	борий	108	108	Hs	[265]	хассий	109	109	Mt	[266]	мейтнерий	110	110	Ds	[271]	дармштадтий

\* ЛАНТАНОИДЫ

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140,12	140,91	144,24	[145]	150,40	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04	174,97
ЦЕРИЙ	ПРАЗЕОДИМ	НЕОДИМ	ПРОМЕТИЙ	САМАРИЙ	ЕВРОПИЙ	ГАДОЛИНИЙ	ТЕРБИЙ	ДИСПРОЗИЙ	ГОЛЬМИЙ	ЭРБИЙ	ТУЛИЙ	ИТТЕРБИЙ	ЛЮТЕЦИЙ

\*\* АКТИНОИДЫ

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	(No)	(Lr)
232,04	231,04	238,03	237,05	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[254]	[257]	[258]	[255]	[256]
ТОРИЙ	ПРОТООКТИНИЙ	УРАН	НЕПТУНИЙ	ПУЛТОНИЙ	АМЕРИЦИЙ	КЮРИЙ	БЕРКЛИЙ	КАЛИФОРНИЙ	ЭЙНШТЕЙНИЙ	ФЕРМИЙ	МЕНДЕЛЕВИЙ	НОБЕЛИЙ	ЛОУРЕНСИЙ